

金属蓋を持つ俵型セラミックス耐圧容器の開発

(海洋研究開発機構) ○浅川賢一・前田洋作、(京セラ株式会社) 吉田政生・大久保直幸・姫野栄仁

Development of Ceramic Pressure-tight Housings with Metal Caps / Kenichi Asakawa, Yosaku Maeda, (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Masao Yoshida, Naoyuki Okubo, Hidehito Himeno (Kyocera Corporation) / Ceramics have some outstanding features such as high compressive strength and high resistance against corrosion. However because of the low tensile strength, ceramics seldom have been used for pressure housings. We have proposed a new simple design method of a ceramic pressure-tight housing that consists of ceramic cylinders and metal caps, and confirmed its validity by Finite Element Analyses and hydraulic pressure tests using a small-sized housing.

問合せ先: asakawa@jamstec.go.jp

セラミックスは金属に比較して高い圧縮強度を持つとともに海水による腐食にも強いなど、耐圧容器の材料として魅力的な特長を持っている。しかし、引っ張り強度が低いために、金属容器に使われる耐圧容器設計方法をそのままセラミックスに適用することができない。そのため、これまでセラミックスは耐圧容器としてあまり使われてこなかった。本講演では、金属蓋とセラミックス円筒を組み合わせた耐圧容器の新しい設計方法を示し、有限要素法解析と小型耐圧容器を用いた水圧実験により、その有効性を示す。

一般に耐圧容器には、外部の機器と耐圧容器内部の電子機器を接続するために、水中コネクタ用の貫通孔が設けられる。この貫通孔周辺には圧縮応力の応力集中が発生すると共に、引っ張り応力も発生する。これらの応力を許容値以下にするために、同時に報告する「超深海型自己浮上式海底地震計用セラミックス耐圧球の開発」で述べるように、貫通孔周辺には細心の注意を払う必要がある。しかし、半球蓋の重量は円筒に比較してそれほど大きくない。そのため、俵型耐圧容器の場合には、蓋を設計と加工が容易な金属で作ることに、大きなデメリットはない。一方で円筒容器をセラミックスで作ると、金属に比較して大幅な軽量化が見込まれる。例えば、窒化珪素で直径 300mm、長さ 1000mm、耐圧 60MPa の円筒を作ると、その重量はチタン合金製円筒のおよそ半分になる。水中機器では、水中重量を軽減したり中性にすることがしばしば要求されるため、この円筒容器の重量低減は、大変魅力的である。

金属蓋とセラミックス円筒を持つ耐圧容器を実現する際の課題の一つは、その接触部分に発生する応力集中と、引っ張り応力である。筆者らは、金属蓋とセラミックス円筒間の摩擦係数を低減することにより、これらの応力が低減することを有限要素法解析により確認し、その後水圧試験でその有効性を確認した。

Fig.1 はその構造を示したものである。素材はアルミナセラミックス A479 (京セラ) とアルミ合金 A7075-T6 を用いた。アルミ合金の表面はタフラム処理を施し、耐食性を高めると共に、摩擦係数を低減している。セラミックス円筒の長さは、その製造設備により制限される。そこで、より長尺の円筒が必要な場合を想定して、接続リングで円筒同士を接続することを試みた。接続リングも蓋と同じアルミ合金で製作した。最大耐圧は 60MPa とした。水密は、O リングで確保している。この耐圧容器は基礎実験用に作製したため、蓋と円筒の固定はテープで行っている。実用化する場合には、内部構造等を利用して、蓋と円筒を固定する必要があるが、それほど困難ではない。水圧試験は最大 60MPa で 7 回の繰り返し加圧を行ったが、剥離やチッピング等の異常は全く確認されなかった。

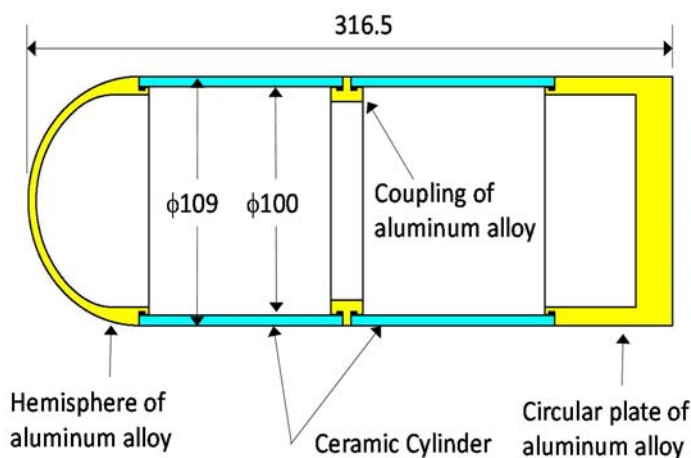


Fig.1 Cross section view of the newly proposed ceramic housing with a cap of metal hemisphere and a metal circular plate (unit: mm)



Fig.2 Photo of the small-sized ceramic pressure-tight housing with metal caps